

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000230182
PUBLICATION DATE : 22-08-00

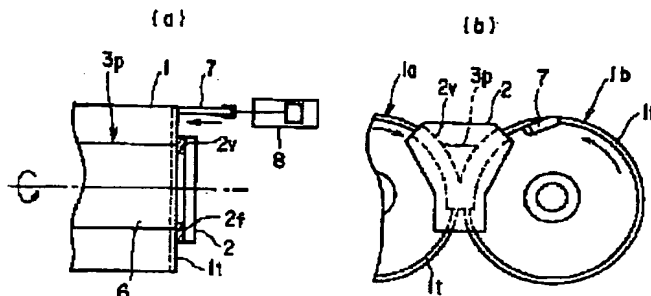
APPLICATION DATE : 08-02-99
APPLICATION NUMBER : 11030263

APPLICANT : NIPPON STEEL CORP;

INVENTOR : INOUE TAKESHI;

INT.CL. : C10M103/00 B22D 11/06 B22D 11/108
C10M145/04 C10M145/40 C10M159/06
// C10N 40:20

TITLE : ROD LIKE LUBRICATING MATERIAL
FOR TWIN DRUM TYPE THIN PLATE
CONTINUOUS MOLDING



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a lubricating material for twin drum type thin plate continuous molding, capable of realizing a stable continuous molding for a long period of time by stably securing an affinity and a lubricating property at a sliding surface in the case that the end surfaces of a cooling drum and a side barrage are formed by a hard material.

SOLUTION: This lubricating material applied on end surfaces 1a, 1b of a cooling drum sliding with a side barrage 2 preceding to the twin drum type thin plate continuous molding and formed as a rod like shape contains a high melting point wax, a water glass, an organic high molecular compound and an oil in the case of using titanium oxide, fluorinated graphite, tungsten sulfide as a main solid lubricating material, or the organic high molecular compound and the oil in a suitable amount in the case of using a phosphate, silicate or borate as a main solid lubricating material. The oil may be mixed to the lubricating material by impregnating.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-230182

(P2000-230182A)

(43) 公開日 平成12年8月22日 (2000.8.22)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
C 1 0 M 103/00		C 1 0 M 103/00	4 E 0 0 4
B 2 2 D 11/06	3 3 0	B 2 2 D 11/06	3 3 0 B 4 H 1 0 4
	11/108	11/10	3 7 0 F
C 1 0 M 145/04		C 1 0 M 145/04	
145/40		145/40	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-30263

(22) 出願日 平成11年2月8日 (1999.2.8)

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 四阿 佳昭

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内

(72) 発明者 石森 裕一

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内

(74) 代理人 100068423

弁理士 矢暮 知之 (外1名)

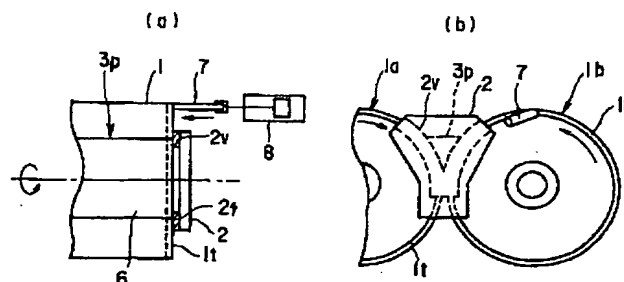
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 双ドラム式薄板連続鋳造用の棒状潤滑材

(57) 【要約】

【課題】 冷却ドラム端面とサイド堰が、硬質材料で形成された場合において、摺動面でのなじみ性と潤滑性を安定確保して、長期にわたって安定した連続鋳造を実現できる双ドラム式薄板連続鋳造用の潤滑材を提供すること。

【解決手段】 双ドラム式薄板連続鋳造に先立って、サイド堰と摺動する冷却ドラム端面に塗布される潤滑材であって、固体潤滑主材として酸化チタン、フッ化黒鉛、硫化タングステンなどを用いる場合には、高融点ワックス、水ガラス、有機高分子化合物、油を、また、固体潤滑主材としてリン酸塩、ケイ酸塩、ホウ酸塩を用いる場合には、有機高分子化合物、油を適量含有し棒状に成形されたもの。油は含浸させることによって混合させてもよい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 双ドラム式薄板連続鑄造に先立って、サイド堰と摺動する冷却ドラム端面に塗布される潤滑材であって、タルク、アナターゼ型構造を有する酸化チタン、フッ化黒鉛、硫化タングステン的一种または2種以上からなる潤滑主材45～70重量%、50～400℃の任意の温度で熔融する高融点ワックスや水ガラス10～40重量%、セルロース系化合物あるいはポリビニールアルコールなどの有機高分子化合物5～10重量%、油20重量%以下を含有し、棒状に成形されたものであることを特徴とする双ドラム式薄板連続鑄造用の棒状潤滑材。

【請求項2】 双ドラム式薄板連続鑄造に先立って、サイド堰と摺動する冷却ドラム端面に塗布される棒状潤滑材であって、リン酸塩、ケイ酸塩、ホウ酸塩の一種または2種以上からなる潤滑主材75～85重量%、50～400℃の温度で熔融するセルロース系化合物あるいはポリビニールアルコールなどの有機高分子化合物5～10重量%、油20重量%以下を含有し、棒状に成形されたものであることを特徴とする双ドラム式薄板連続鑄造用の棒状潤滑材。

【請求項3】 油の一部またはすべてが、150℃において動粘度が5センチストークス以上のものであり、含浸により含有させものであることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の双ドラム式薄板連続鑄造用の棒状潤滑材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】 本発明は、双ドラム式薄板連続鑄造において、サイド堰と摺動する冷却ドラム端面に塗布される潤滑材に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来から一般に知られている例えば双ドラム式連続鑄造装置においては、図5に示されるように、回転する一对の冷却ドラム1a、1bとこのドラムの両端面1cに当接される一对のサイド堰2によって形成される移動鑄型3内に、タンディッシュ4内からノズル5を介して溶湯6を供給し、移動鑄型3内に所定レベルの湯溜り部3pをつくりつつ、一对の冷却ドラムで冷却して凝固シェル6sを形成し、この凝固シェルを一对の冷却ドラム1a、1bの最接近部に形成されるギャップ部において圧接・一体化して薄板6cを連続鑄造するように構成されている。

【0003】 この双ドラム式薄板連続鑄造装置において用いられる、一对の冷却ドラム1a、1bは、一般には熱伝導率の良好なCu、Cu合金によって形成され、溶鋼6を外周面で冷却して凝固シェル6sを形成するため、および熱負荷に対する耐用性を確保するために、内部に冷却構造（図示省略）を備えたものである。この冷却ドラムの端面には、サイド堰が圧着されるため、冷却

ドラムの端面はサイド堰の接触面と摺動によって摩耗する。特に、サイド堰の振動や熱変形によってサイド堰との間に不均一な間隙が生じやすく、この間隙に溶鋼が侵入・凝固して、摺動面に凹凸が生じる。

【0004】 その結果、この摺動面でのシール機能が急激に低下して薄板（鑄片）の側端部形状が損なわれるとともに、冷却ドラム端面およびサイド堰の変形・摩耗が促進され、寿命が短命化して長期にわたって安定した連続鑄造操作を実現することができない。

【0005】 このような問題を解決するために、例えば特開平6-336751号公報では、冷却ドラムの端面に、高強度、耐摩耗性および潤滑性を有する例えばCo-Cr-Al、系合金、あるいはWC等のセラミックスなどからなるコーティング層を形成することが提案されており、また、特開平6-318041号公報には、冷却ドラムとサイド堰の摺動面を自己潤滑性のある材料で形成したり、この摺動面になんらかの潤滑性剤を供給することが普通である旨の記載がある。

【0006】 しかし、従来から用いられている潤滑剤は、粉体または固形のものであるため、潤滑膜を均一に形成することが難しく、安定した潤滑性を確保することは困難で、摺動面での変形・摩耗を十分に抑制することができず不均一な隙間が形成される結果、シール性の安定確保ができず、この摺動面に溶鋼が侵入・凝固して、安定した連続鑄造操作を困難にするという不都合を生じることがある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、冷却ドラム端面とサイド堰が、硬質材料で形成された場合において、摺動面でのなじみ性と潤滑性を安定確保して、上記従来のような問題を有利に解決し、長期にわたって安定した連続鑄造を実現できる双ドラム式薄板連続鑄造用の潤滑材を提供するものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明の第一の発明は、双ドラム式薄板連続鑄造に先立って、サイド堰と摺動する冷却ドラム端面に塗布される潤滑材であって、タルク、アナターゼ型構造を有する酸化チタン、フッ化黒鉛、硫化タングステン的一种または2種以上からなる潤滑主材45～70重量%、50～400℃の任意の温度で熔融する高融点ワックスや水ガラス10～40重量%、セルロース系化合物あるいはポリビニールアルコールなどの有機高分子化合物5～10重量%、油20重量%以下を含有し、棒状に成形されたものであることを特徴とする双ドラム式薄板連続鑄造用の棒状潤滑材である。

【0009】 第二の発明は、双ドラム式薄板連続鑄造に先立って、サイド堰と摺動する冷却ドラム端面に塗布される棒状潤滑材であって、リン酸塩、ケイ酸塩、ホウ酸塩の一種または2種以上からなる潤滑主材75～85重

量%、50～400℃の温度で溶融するセルロース系化合物あるいはポリビニールアルコールなどの有機高分子化合物5～10重量%、油20重量%以下を含有し、棒状に成形されたものであることを特徴とする双ドラム式薄板連続製造用の棒状潤滑材である。

【0010】第三の発明は、第一の発明または第二の発明において、油の一部またはすべてが、150℃において動粘度が5センチストークス以上のものであり、含浸により含有させるものであることを特徴とする双ドラム式薄板連続製造用の棒状潤滑材である。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明の潤滑材は、冷却ドラム端面とサイド堰との摺動面に、塗布するものであり、潤滑主材に、50～400℃の温度で溶融する、高融点ワックス、水ガラス等のバインダー、セルロース系化合物やポリビニールアルコールなどの有機高分子化合物からなる成形助材を含有させ、油を混ぜて常温領域での潤滑主材とバインダーの付着性を確保して棒状に成形したものであり、適度の硬さを有し200℃レベルでは軟化（クリープ）せず、棒状を維持できるものである。

【0012】この棒状潤滑材は、例えばチョークと類似の性状を有するものであり、製造前に冷却ドラム端面に塗布し、油の作用もあって均一な厚みで付着させることができ、温度が、例えば300℃以上に上昇すると、成形助材としての有機高分子化合物および／またはバインダーが溶融し、粘度が10cSt以上になって潤滑主材を均一に分散させた状態で、冷却ドラム端面とサイド堰との摺動面に均一に流動して、なじみ性を確保するとともに均一性の高い潤滑機能を発揮するものである。

【0013】本発明でいう棒状とは、断面形状円形、楕円形、三角形、四角形、多角形、台形で、その断面積が5～1500mm²、長さが2～50cmの棒状体であり、中空であってもよいし、中空であってもよい。中空の場合には、例えば油、高融点ワックスを成形時に少なめに混合し、成形後または使用時に中空部に充填または供給して補給することもできる。本発明の棒状潤滑材を冷却ドラム端面に塗布する場合には、押付装置を用いて、棒状潤滑材を冷却ドラム端面に対して直角に押し付けるようにすることが有効である。

【0014】本発明で用いる潤滑主材としては、冷却ドラム端面および冷却ドラム端面と摺動するサイド堰面を形成する材料、冷却ドラムの端面温度、摺動速度、面圧などに応じて、従来から用いられている固定潤滑材の中から選択するが、例えば、冷却ドラム端面をCrC/SiFA等の硬質系の材料で形成し、サイド堰面をACZ等の硬質系の材料で形成する場合には、次の2系統の固体（粉体）潤滑材が有効である。

【0015】（1）タルク、アナターゼ型構造を有する酸化チタン、フッ化黒鉛、硫化タングステン（常温ではバインダー作用のないもの）

（2）リン酸塩、ケイ酸塩、ホウ酸塩（常温でバインダー作用のあるもの）

（1）のタルク、アナターゼ型構造を有する酸化チタン、フッ化黒鉛、硫化タングステン固体（粉粒）潤滑材を用いる場合には、タルク、アナターゼ型構造を有する酸化チタン、フッ化黒鉛、硫化タングステンを単独または2種以上混合して、45～70重量%の範囲で含有させることが好ましい。45重量%未満では、固体潤滑主材の分散密度が十分ではなく、潤滑機能が十分ではない。70重量%超では混合する後述の有機高分子化合物、ワックスまたは水ガラス、油の混合量が不十分になり、所望の強度、塗布付着性、潤滑主材の均一分散性、流動性を十分に確保できなくなる。

【0016】この種の固体（粉体）潤滑主材は、常温では、それ自体バインダー作用がないため、棒状潤滑材を所望の強度に成形するためのバインダーを含有させる必要がある。このバインダーとしては、50～400℃で溶融するものであり、製造時の冷却ドラム端面温度で溶融して適度な粘度（10センチストークス以上）を有する高融点ワックスや、あるいは成形性が高く、棒状潤滑材の強度を上げることのできる水ガラスが適性がある。

【0017】この高融点ワックスや水ガラスは、10～40重量%の範囲で混合することが好ましい。10重量%未満では、所望の強度に成形するためのバインダーとしての機能が十分ではなく、棒状潤滑材を所望の強度に成形することができなくなる。40重量%超では、固体潤滑主材の分散密度が不十分になり潤滑機能が十分でなくなったり、有機高分子化合物や、油の混合量が不十分になり、所望の強度、塗布付着性、潤滑主材の均一分散性、流動性を十分に確保できなくなる。

【0018】成形助材としてのセルロース系化合物やポリビニールアルコールなどの有機高分子化合物は、高融点ワックスや水ガラスなどのバインダーとともに作用して、棒状潤滑材を高強度にするために含有させる必要がある。この有機高分子化合物は、5～10重量%の範囲で含有させることが好ましい。5重量%未満では、潤滑主材の均一分散性、流動性を十分に確保できず、均一性の高い潤滑機能を発揮できない。10重量%超では固体潤滑主材の分散密度が不十分になり潤滑機能が十分でなくなったり、高融点ワックスや水ガラスや油の混合量が不十分になり、所望の強度、塗布付着性を十分に確保できなくなる。

【0019】油は、常温領域で潤滑主材との付着性を確保して、棒状潤滑材に成形容易にするとともに、冷却ドラム端面に塗布する際の付着性を確保するために混合するものであり、なたね油、PAO、エステルなどが適性がある。この油は、20重量%以下の範囲で混合することが好ましく、高融点ワックスを混合する場合には混合を省略してもよい。20重量%超では、多すぎて棒状潤滑材が軟弱になり所望強度で成形することができなくな

る。なお、この油は、予め固体潤滑主材と高融点ワックスや水ガラスと有機高分子化合物と混合してもよいし、成形の際に含浸させてもよい。

【0020】このように、固体潤滑主材と、高融点ワックスや水ガラスと、有機高分子化合物と油を混合して、これらの混合物を型に挿入してプレス成形や押出成形等によって成形して、適度の硬さで塗布性に優れ、所望強度を有する棒状潤滑材を成形することができる。

【0021】(2)のリン酸塩、ケイ酸塩、ホウ酸塩等の固体(粉粒)潤滑材を用いる場合には、リン酸塩、ケイ酸塩、ホウ酸塩を単独または2種以上混合して、70～80重量%の範囲で含有させることが好ましい。70重量%未満では、固体潤滑主材の分散密度が十分ではなく、潤滑機能が十分ではない。80重量%超では、混合する後述の有機高分子化合物、油の混合量が不十分になり、所望の強度、塗布付着性、潤滑主材の均一分散性、流動性を十分に確保できなくなる。この種の固体(粉体)潤滑主材は、それ自体バインダー作用があるので、棒状潤滑材を成形する際に高融点ワックスや水ガラスなどのバインダーを含有させる必要はない。

【0022】成形助材としてのセルロース系化合物やポリビニールアルコールなどの有機高分子化合物は、棒状潤滑材を高強度にするために含有させる必要がある。この有機高分子化合物は、5～10重量%の範囲で含有させることが好ましい。5重量%未満では、成形性を十分に確保できず棒状潤滑材としての強度を維持できない。10%超では固体潤滑主材の分散密度が十分になり潤滑機能が十分でなくなったり、バインダーや、油の混合量が不十分になり、所望の強度、塗布付着性を十分に確保できなくなる。

【0023】油は、常温領域で潤滑主材との付着性を確保して、棒状潤滑材に成形容易にするとともに、冷却ドラム端面に塗布する際の付着性を確保するために混合するものであり、なたね油、PAO、エステルなどが適性がある。この油は、20重量%以下の範囲で混合することが好ましい。20重量%超では、多すぎて棒状潤滑材が軟弱になり所望強度で成形することができなくなる。なお、この油は、予め固体潤滑主材と有機高分子化合物

と混合してもよいし、成形の際に含浸させてもよい。

【0024】このように、(1)の場合では、固体潤滑主材と、高融点ワックス、水ガラス等のバインダーと有機高分子化合物と油を混合し、また、(2)の場合では、固体潤滑主材と有機高分子化合物と油を混合し、これらの混合物を型に挿入してプレス成形、押出成形等によって成形して、適度の硬さで塗布性に優れ、所望強度を有する棒状潤滑材を成形することができる。

【0025】

【実施例】本発明の実施例について、以下に説明する。この実施例では、冷却ドラム1の幅10mmのリング状端面を硬質系の合金材料で形成し、この冷却ドラム1の端面と摺動するサイド堰のV字型摺動面をセラミックス系の材料で形成した場合に、図1に示すように、冷却ドラムの端面に対して、サイド堰2との接触開始点の手前で、図2に示すような断面が円形で直径d:10mm、長さL:150mmの中実の本発明の棒状潤滑材7を、押付装置8で把持して押付力20kgfで押し付けて、冷却ドラム1の端面1tに棒状潤滑材8を塗布して、この冷却ドラム1の端面1tとサイド堰2のV字型摺動面2v間の潤滑実験を行った。

【0026】この実験で用いた本発明の棒状潤滑材8と比較例の潤滑材の成分配合例と、潤滑実験で得られたサイド堰2のV字型摺動面2vの摩耗量を比較例の場合と比較して表1に示す。ここでの摩耗量は、冷却ドラムの端面と摺動するサイド堰のV字型摺動面2vの摺動距離が1000mmの場合のサイド堰V字型摺動面の摩耗量mmで表したものである。

【0027】図3は、サイド堰のV字型摺動面2vと冷却ドラム1の端面1tとの摺動距離(m)と、サイド堰のV字型摺動面間の摩耗係数(μm)の関係を示し、図4は、サイド堰のV字型摺動面2vにおける冷却ドラム1の端面1tとの摺動距離(m)と、サイド堰のV字型摺動面の摩耗深さ(mm)との関係を示したものである。

〔製造条件〕

鋳造速度: 60m/min

【0028】

【表1】

試験 番号	潤滑主材 の種 類	配 合 率 [重量%]				摺動距離 1000m 当り摩耗量	備 考
		潤滑主材	高 融 点 ワックス	有機高分 子化合物	なたね油		
1	タルク	50	35	5	10	0.08	本発明
2	酸化チタン	45	40	5	10	0.07	本発明
3	ふっ化黒鉛	55	30	5	10	0.12	本発明
4	硫化タングステン	55	30	5	10	0.17	本発明
5	リン酸塩	80	0	10	10	0.02	本発明
6	ケイ酸塩	80	0	10	10	0.07	本発明
7	ほう酸塩	80	0	10	10	0.06	本発明
8	BN焼結体	55	0	0	45	0.48	比較例
9	無潤滑	—	—	—	—	7	比較例

(注) 使用した有機高分子化合物は、すべてセルロース系

【0029】(1)表1に示すように、本発明の棒状潤滑材を用いた試験番号1～7の場合には、冷却ドラム端面との摺動距離が1000mのサイド堰V字型摺動面の摩耗量は、0.06mm～0.17mmの範囲であった。摩耗係数の推移をみると、図3に示すように、摺動距離が1500mを超えても摩耗係数の変化はなく、図4に示すように摩耗深さは図4に示すように殆ど変化しなかった。

【0030】一般に、冷却ドラム端面とサイド堰V字型摺動面間において、熱変形を生じる場合が多いが、 casting中湯漏れや地金の噛み込みなどのトラブルの発生もなかった。これは、なじみ性も良好に維持されたことを示している。なお、冷却ドラム端面の摩耗は殆どなかった。また、棒状潤滑材の摩耗量は、15mmであった。

【0031】(2)これに対して、BN焼結体単体を潤滑材として用いた試験番号8の比較例の場合では、0.18mmで本発明の棒状潤滑材使用の場合の8倍以上の摩耗量を示した。摩耗係数の推移をみると、図3に示すように、かなり広い範囲にばらついており、摩耗量は、移動距離の延長とともに顕著に増加し、移動距離が1500mでの摩耗量は、摺動距離が1000mmの場合の2倍弱を示した。また、冷却ドラムの端面の摩耗量は0.02mm程度であった。

【0032】(3)次に、無潤滑の試験番号9の比較例では、摩耗量は7mmであった。摩耗の推移をみると、図3に示すように、(2)のBN焼結体単体の場合より、さらに大きい領域でばらついており、摩耗量は、摺動距離の延長とともに急激な増加を示し、サイド堰のV字型摺動面2vを形成する材料を頻繁に交換する必要があることを示した。なお、冷却ドラムの端面の摩耗量は0.04mm程度になった。

【0033】以上のように、本発明の棒状潤滑材使用の

場合には、(2)の比較例と(3)の比較例と比較してサイド堰のV字型摺動面2vの摩耗量を格段に減少でき、冷却ドラムの端面の摩耗も減少できることが確認された。

【0034】また、冷却ドラム端面とサイド堰のV字型摺動面2v間のなじみ性も安定確保でき、熱変形を生じても、 casting中湯漏れや地金の噛み込みなどのトラブルの発生を抑制できることも確認された。なお、移動距離の延長による摩擦係数の変化、摩耗量が小さく安定するので、摩耗管理を容易化することもできる。

【0035】本発明の棒状潤滑材は、上記の実施例(実験例)に限定されるものではない。例えば、棒状潤滑材の成分配合、形状、サイズ、塗布位置、押付力等については、冷却ドラム端面およびサイド堰の材質や構造、サイズ、連続 castingの操業条件(温度、速度、寸法等)等に応じて選択されるものであり、上記本発明の請求項の範囲内で変更があるものである。

【0036】

【発明の効果】本発明の棒状潤滑材を casting前の冷却ドラムの端面に塗布することにより、 casting中に溶解して適度の粘性を発現した有機高分子化合物中に、固体(粉体)潤滑主材を均一に分散させた状態で、冷却ドラム端面とサイド堰間に均一に流動させることができ、冷却ドラム端面とサイド堰を硬質材料で形成した場合においても、該摺動面でのなじみ性と潤滑性を安定確保して、長期にわたって安定した連続 castingを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)図は、本発明の棒状潤滑材の塗布実験例を示す双ドラム式連続 casting装置の冷却ドラムとサイド堰の構造例の正面説明図、(b)図は、(a)図の側面説明図。

【図2】図1で用いた本発明の棒状潤滑材の形状例を示

す立体説明図。

【図3】図1での摩擦実験で得られたサイド堰のV字型摺動面での摩擦係数と摺動面の摺動距離との関係を示す説明図。

【図4】図1での摩擦実験で得られたサイド堰のV字型摺動面の摩擦深さ（摩擦量）と摺動面の摺動距離との関係を示す説明図。

【図5】本発明の棒状潤滑材を用いる双ドラム式連続鋳造装置の構造例を示す側断面説明図。

【符号の説明】

1 a、1 b 冷却ドラム

1 t 突出端面

2 サイド堰

2 v V字型摺動面

3 移動鋳型（湯溜り部）

3 p 湯溜り部

4 タンディッシュ

5 ノズル

6 溶鋼

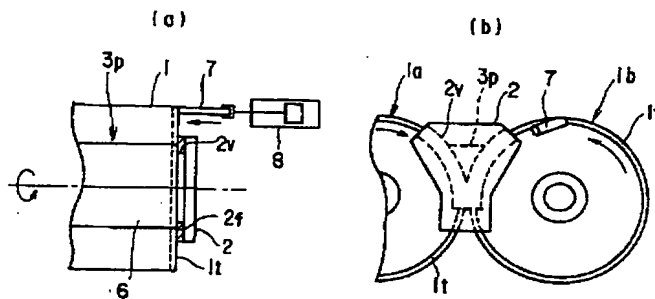
6 s 凝固シェル

6 c 薄鋳片

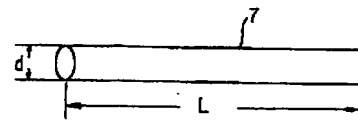
7 棒状潤滑材

8 押付装置

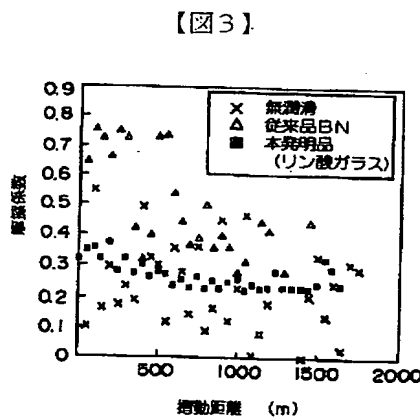
【図1】



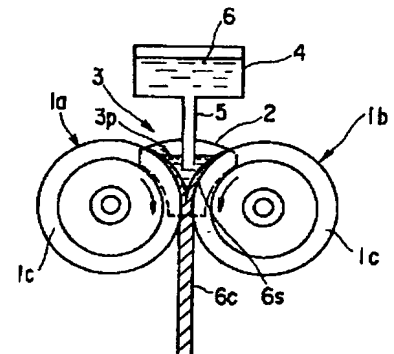
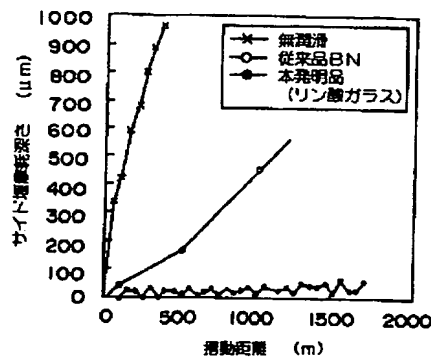
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. 7

識別記号

F I

テーマコード (参考)

C 1 0 M 159/06

C 1 0 M 159/06

// C 1 0 N 40:20

(72)発明者 井上 剛

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式
会社技術開発本部内

Fターム(参考) 4E004 DA13 SB03

4H104 AA05A AA13A AA19A AA20A
AA21A AA23C AA24A AA26A
CB02C CB19C DA02A DA05C
EA02A EA04C FA01 FA04
FA06 LA03 LA20 PA23 QA13
RA03

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.